

آزمایشگاه مکانیک مواد با

SolidWorks Simulation 2016

(جلد ۱)

نویسندگان

مجتبی خاوری

دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک

محسن شاهین

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک

حمید جلالی

کارشناس ارشد مهندسی مواد

www.ketab.ir

۱۵۹۹۲۷۹

سرشناسه: خاتون آبادی، مجتبی، ۱۳۶۱-

عنوان و نام پدیدآور: آزمایشگاه مکانیک مواد با SolidWorks Simulation ۲۰۱۶ جلد ۱ / نویسندگان:

مجتبی خاتون آبادی - محسن شاهین - حمید جلالی

مشخصات نشر: تهران: حریم دانش، ۱۳۹۶.

مشخصات ظاهری: ۲ ج. جلد اول ۴۵۲: مصور، جدول.

شابک: ۱: ۲-۶۴-۸۲۹۷-۶۰۰-۹۷۸

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

موضوع: ن: افزا سالدورکس - مهندسی مکانیک - شبیه سازی کامپیوتری

موضوع: Computer Simulation -- Mechanical engineering -- SolidWorks

موضوع: روش المانهای محدود - نرم افزار - مقاومت مصالح - دست نامه های آزمایشگاهی

موضوع: Laboratory manuals - Strngth of material - Software - Finite elements method

شناسه افزوده: شاهین، محسن، ۱۳۶۶-

شناسه افزوده: جلالی، حمید، ۱۳۶۶

رده بندی کنگره: ۳۸۱/۲۱۴ ۱۳۹۶

رده بندی دیویی: ۶۲۰/۰۴۲۰۲۸۵۵۳۶

شماره کتابشناسی ملی: ۵۰۴۷۲۳۹

عنوان کتاب: آزمایشگاه مکانیک مواد با SolidWorks Simulation ۲۰۱۶ (جلد ۱)

مؤلفان: مجتبی خاتون آبادی - محسن شاهین - حمید جلالی

ناشر: حریم دانش

نوبت چاپ: چاپ اول ۱۳۹۶

قیمت: ۴۰۰۰۰۰ ریال

تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

شابک: ۲-۶۴-۸۲۹۷-۶۰۰-۹۷۸

کلیه حقوق چاپ و نشر برای انتشارات حریم دانش محفوظ می باشد.

فروشگاه شماره ۱: میدان انقلاب، روبروی ایستگاه اتوبوس، کتاب فروشی محسن تلفن: ۶۶۴۹۲۶۶۲

فروشگاه شماره ۲: میدان انقلاب، روبروی سینما بهمن، پلاک ۱۳۷۰ کتاب فروشی بهنام تلفن: ۶۶۴۱۶۴۲۵

سپاس و ستایش خدای بزرگ را که آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار، درفشان. آفریدگاری که خویشتن را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و عمری و فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید.

نیاز به تسلط بر نرم افزار های تحلیلی و شبیه ساز، واقعیتی است که همه ی افراد، در تمامی سطح که به نوعی با مسائل فنی و مهندسی سروکار دارند، با آن مواجه هستند. از طرفی با تعدد نرم افزار های تجاری مختلف موجود در بازار که از آن قبیل می توان به بسته های نرم افزاری معروفی چون Ansys, Abaqus, Nastran, Adams, Fluent و... اشاره کرد که سطح پوشش تحلیل های قبل انجام، روش های به کار گیری بعضا کاملا متفاوت این نرم افزارها با یکدیگر و نیاز به برآورده سازی نیاز کاربر به انواع مسائل روبرو در صنعت، باعث گردیده است که کاربران با سردرگمی مواجه شوند. بدیهی است زمان کسب مهارت برای آموزش و فراگیری کاربری حرفه ای در سطح قابل قبول، تمامی نرم افزارهای موجود نیز ناممکن به نظر می رسد. افرادی که با این مسائل سروکار دارند به حوصله آگاه هستند که برای تحلیل ابتدا نیاز به مدل سازی مسئله نیز وجود دارد که این خود متاسفانه بسیار پیچیده و بزرگی نیز می باشد که مورد بحث فعلی ما نیست! با توجه به محیط اغلب ضعیف مدلسازی نرم افزارهای معروف ذکر شده، کاربران ترجیح می دهند که مدل سازی و مونتاژ را با نرم افزارهای حرفه ای و مخصوص این کار مانند SolidWorks, Catia, NX, ProEn و... انجام دهند. ارتباط صحیح محیط مدل سازی و شرایط مرزی تعیین شده این نرم افزار ها با نرم افزارهای

تحلیلی و یا سازگاری مدل های ایجاد شده با نرم افزارهای تحلیلی نیز مشکلات بسیار و فرسایشی را نیز به دنبال خواهد داشت.

با توسعه بسته نرم افزاری SolidWorks و همچنین گسترش حرفه ای بخش تحلیلی در کنار محیط مدل سازی بسیار قدرتمند این نرم افزار، فرا روی ما محیطی حرفه ای، کاربر پسند هم، با درآیایی چون یکپارچگی طراحی، کاهش چشمگیر زمان و هزینه طراحی، در دسترس بودن، یکپارچگی در انجام انواع امورات مهندسی، قابلیت بررسی و ارائه آنلاین و... قرار داده است.

سرعت پیشرفت زیادی را روزی بیش از آن است که همه چیز را بخواهیم خود تجربه کنیم. با استفاده از تجربیات و دانش دیگران می توانیم میزان اطلاعاتمان را با حداکثر سرعت، چه از نظر کمی و چه کیفی، بالا ببریم. ناگاهانه نماند که این کتاب و دیگر کتاب های مشابه، خواننده را کاملاً از کسب تجربه به صورت شخص به شخص بی نیاز نمی کنند و تنها موضوعی که در مورد این کتاب با اطمینان می توان ادعا نمود این است که مطالعه ای آن انگیزه ی یادگیری را افزایش خواهد داد.

در تألیف این کتاب به پشتوانه تجربه سال ها کار اجرایی، مطالب کاملاً عملیاتی و کاربردی می باشند. سعی بر آن بوده است که در حداقل زمان ممکن بتوان با ارائه مثال های فراوان و کاربردی، به حداکثر آموزش دست یافت و کاربر توانایی کار اجرایی در سطح مناسب را داشته باشد. هیچ شکی نیست که این اثر را می توان بهبود بخشید لذا امید آن داریم که با راهنمایی شما خواننده محترم نسخه های بعدی را ارتقا دهیم.

طراحی کتاب آزمایشگاه مکانیک مواد با نرم افزار شبیه ساز SolidWorks Simulation

2016 با عنوان لاتین "Mechanics of Materials Labs with SolidWorks Simulation"

"2016 به صورت اجمالی به جهت برآورده سازی اهداف زیر هست:

- طراحی شده برای تکمیل کتاب‌های استاندارد مکانیک مواد.
- کمک‌درسی در یادگیری دیدگاه‌های مهندسی، مفاهیم و فرمول‌ها.
- دست‌نامه کمکی در تجزیه و تحلیل CAE
- درک آسان، طراحی دستورالعمل‌های گام‌به‌گام.
- هم‌راهِ یک مقدمه مختصر از نرم‌افزار SolidWorks

این کتاب به عنوان یک کتاب راهنمای آزمایشگاهی مبتنی بر نرم‌افزار و تکمیلی برای کتب استاندارد مکانیک مواد، معیار، مقطع کارشناسی مهندسی مکانیک، مواد و سایر رشته‌های مرتبط تدریس می‌شود. این کتاب همچنین می‌تواند به عنوان یک دست‌نامه کمکی در تجزیه و تحلیل CAE یا آلمان محدود برای مهندسين، دانشجویان و مورد استفاده قرار گیرد. این کتاب با دقت و با درک عمیق از مسائل توسعه یافته است. با استفاده از ابزارهای گرافیکی مبتنی بر نرم‌افزار SolidWorks Simulation می‌توان به کارهای وابستگی به ریاضیات تئوریک برای آموزش این مفاهیم کمک فراوانی کند. مطالب نوشته شده در این کتاب با محتویات کتب دانشگاهی مهندسی در مبحث مکانیک مواد کاملاً منطبق است.

مجموعه کامل این کتاب به سبب سهولت در کاربری شامل ۱۵ فصل در قالب دو جلد

کتاب طراحی شده است. هر فصل تا حد امکان با حداقل وابستگی به سایر فصل‌ها متشکل

از ۲ تا ۳ بخش با حجم کار یک‌هفته‌ای طراحی شده است. یک فصل ویژه مباحث پایه ای با

عنوان مبانی مهندسی مکانیک مواد با هدف آمادگی در ورود به مباحث اصلی در نظر گرفته شده است. هر بخش به منظور تفهیم دقیق مطالب و یادگیری مفهوم "مکانیک مواد" برای علاقه‌مندان طراحی شده است. به‌طور معمول، تکمیل تمرینات هر بخش تقریباً بین ۳۰ تا ۴۵ دقیقه طول می‌کشد.

هر نسخه از این کتاب به همراه پشتیبانی مؤلف از طریق پست الکترونیک ارائه خواهد شد. لطفاً با ما در تماس باشید.

www.ketab.ir

فهرست مطالب

فصل ۱: مبانی مهندسی مکانیک مواد..... ۲۹

۱-۱- اهمیت و کاربرد روش اجزاء محدود..... ۳۰

1-1-1- طراحی و آنالیز مهندسی..... ۳۰

1-۱-۲- مدل ریاضی Mathematical Model..... ۳۲

1-1-3- مدل تجربی Experimental Model..... ۳۲

۱-۱-۴- روش‌های عددی Numerical Methods..... ۳۳

۱-۱-۵- روش‌های تحلیلی Analytical Methods..... ۳۴

۱-۱-۶- معادلات دیفرانسیل Differential Equations..... ۳۵

1-۱-7- معادلات دیفرانسیل معمولی Ordinary Differential Equation..... ۳۶

۱-۱-۸- معادلات دیفرانسیل جزئی Partial Differential Equation..... ۳۶

۱-۱-۹- انواع معادلات ریاضی..... ۳۸

۱-۱-۱۰- روش‌های حل معادلات ریاضی..... ۳۹

۱-۱-۱۱- معادلات حاکم بر اجزاء محدود مکانیکی و مهندسی..... ۴۰

1-1-11-1- شرایط مرزی (Boundary Values) Boundary Conditions..... ۴۰

1-1-11-2- شرایط اولیه (Time Values) Initial Values..... ۴۰

۱-۱-۱۱-۳- صورت کلی معادلات..... ۴۰

۱-۱-۱۱-۴- حالت‌های خاص معادله..... ۴۱

۱-۱-۱۱-۵- روش اجزاء محدود (FEM) Finite Element Method..... ۴۲

1-1-12- مراحل اصلی در روش اجزاء محدود The FEM Procedure..... ۴۴

1-1-12-1- مرحله پیش پردازش: Pre - Processing..... ۴۵

1-1-12-2- مرحله پردازش (آنالیز مدل) Processing (Analysis of the model)..... ۴۸

۱-۱-۱۲-۳- مرحله پس پردازش Post- Processing..... ۴۹

۱-۱-۱۳- مراحل تحلیل اجزاء محدود از دید ریاضی (The FEM Procedure)..... ۵۰

۱-۱-۱۴- روش اجزاء محدود تعمیم یافته..... ۵۲

- ۱-۱-۱۵- انواع مسائل فیزیکی ۵۴
- 1-1-15-1 مسائل حالت پایدار (Steady State) (مسائل تعادلی) ۵۴
- 1-1-15-2 مسائل حالت غیر پایدار (Unsteady State) (مسائل گذر) ۵۴
- 1-1-15-3 مسائل مقدار ویژه (Eigen Value) ۵۵
- ۱-۱۵-۴- برخی از کاربردهای روش اجزاء محدود Applications of FEM ۵۷
- ۲-۱- اصول و مفاهیم اولیه مکانیک مواد ۵۹
- 1-2-1-1 مکانیک نظری و مکانیک محیطهای پیوسته ۶۰
- 1-2-2-1 مفاهیم اجسام صلب و غیر صلب ۶۱
- 1-3-1-1 مواد ایده آل و غیر ایده آل ۶۲
- ۱-۳-۱-۳-۱ مواد پیوسته، همگن و همسانگرد ۶۶
- ۱-۳-۱-۳-۱-۱ مواد پیوسته Continuous ۶۶
- 1-3-1-2-1 همگن Homogenous ۶۶
- 1-3-1-3-1 مواد همسانگرد Isotropic ۶۷
- 1-4-1- مقاومت و عمر اجزاء σ_c : σ_t ۶۹
- ۱-۴-۱- تنش، مقاومت یا استحکام مکانیکی و برخی تعاریف مهم ۷۰
- ۱-۴-۱-۱-۱ تنش (نیروهای داخلی) Stress ۷۰
- 1-4-1-2-1 مقاومت یا استحکام مکانیکی Strength ۷۰
- ۱-۴-۲- ضریب ایمنی برای استحکام مکانیکی ۷۱
- ۱-۴-۳- کرنش، خیز و جابجایی، تحلیل تغییر شکل معادلات سازگاری ۷۲
- 1-4-3-1-1 کرنش، خیز، جابجایی Strain, Deflection ۷۲
- ۱-۴-۳-۲- تحلیل تغییر شکل، سازگاری هندسی Deformation, Compatibility ۷۳
- ۱-۴-۳-۳- روابط کرنش با جابجایی (معادلات سازگاری هندسی) ۷۵
- ۱-۴-۳-۴- کرنشهای اصلی، محورهای اصلی کرنش ۷۷
- ۱-۴-۴- معادلات ساختاری، بارگذاری چند محوری، قانون هوک در حالت کلی Hook Law, Multiaxial Loading ۷۹
- ۱-۴-۴-۱- قانون هوک Hook Law ۸۰
- ۱-۴-۴-۲- فرم ماتریسی قانون هوک : ۸۲
- ۱-۴-۴-۳- تغییرات تنش و معادلات تعادل Equilibrium Equations ۸۲

- ۴-۵-۱ تنشهای اصلی، محورها و صفحات اصلی تنش..... ۸۳
- ۴-۵-۱-۱ تنشهای عمودی اصلی و جهات آنها:..... ۸۴
- ۴-۶-۱ تانسور تنش..... ۸۶
- ۴-۶-۱-۱ محاسبه تنشهای اصلی در حالت سه بعدی:..... ۸۸
- ۴-۶-۲-۱ دایره موهر در حالت کلی (تنش سه محوری)..... ۸۹
- 3-4-6-3 تنشهای هشت سطحی Octahedral Stresses..... ۹۱
- 4-4-6-4 پایا (نامتغیر) های تنش Invariant..... ۹۴
- 5-4-6-5 تنشهای هیدرواستاتیک (کروی) Hydrostatic Stresses..... ۹۵
- 7-4-7-1 مواد نرم و مواد ترد Ductile & Brittle Materials..... ۹۵
- ۱-۷-۲-۱ تفاوت بین جسم نرم و ترد:..... ۹۶
- ۴-۸-۱ تنشهای مؤثر و معیارهای خرابی و شکست مواد Effective Stress & Failure Criterion..... ۹۸
- ۴-۱۰-۱-۱-۱ ماریشترین انرژی [عوجاجی] (معیار Von Mises)..... ۱۰۰
- 2-4-8-2-۱-۱ ماریشترین تنش برشی (معیار Tresca)..... ۱۰۳
- 3-4-8-3-۱-۱ معیار برترین تنش مال (معیار Coulomb)..... ۱۰۵
- 4-4-8-4-۱-۱ معیار اصطدک، داسی (معیار Mohr - Coulomb)..... ۱۰۶
- ۴-۹-۱ منحنی "تنش- کرنش" Stress - Strain Curve..... ۱۰۸
- ۴-۱۰-۱-۱ حالات مختلف خرابی (مکانیکی) Modes of Failure..... ۱۰۹
- 1-4-10-1-۱ شکست Fracture..... ۱۱۰
- 2-4-10-2-۱ تغییر شکل پلاستیک Elastic Deformation..... ۱۱۰
- 3-4-10-3-۱ ناپایداری درکشش Tensile Instability..... ۱۱۲
- ۴-۱۰-۴-۱-۱ ناپایداری در فشار Compression Instability..... ۱۱۲
- ۴-۵-۱۰-۴-۱ تغییر شکل الاستیک بزرگ Large Elastic Deformation..... ۱۱۳
- ۴-۱۰-۶-۱ خستگی و عمر اجزاء مکانیکی Fatigue - Life..... ۱۱۴
- 7-4-10-7-۱ نمودار (عمر - استحکام) S - N..... ۱۱۷
- فصل ۲: تنشها..... ۱۱۹
- ۲-۱-۱ مؤلفه‌های تنش..... ۱۲۲

۱۲۲	۱-۱-۲ معرفی
۱۲۹	۲-۱-۲ راه‌اندازی SolidWorks و ایجاد New Part
۱۳۰	۳-۱-۲ انتخاب واحد اندازه‌گیری
۱۳۲	۴-۱-۲ ایجاد یک مدل هندسی
۱۳۶	۵-۱-۲ شروع شبیه‌سازی با SolidWorks
۱۳۸	۶-۱-۲ ایجاد مطالعه سازه استاتیکی
۱۴۰	۷-۱-۲ اعمال تغییرات در Options برای شبیه‌سازی با SolidWorks
۱۴۴	۸-۱-۲ انتخاب و اعمال مواد
۱۴۶	۹-۱-۲ اعمال قید
۱۴۸	۱۰-۱-۲ بارگذاری
۱۵۰	۱۱-۱-۲
۱۵۳	۱۲-۱-۲ مشاهده تنش و مال σ_x
۱۵۷	۱۳-۱-۲ مشاهده دیگر مؤلفه‌های تنش
۱۵۹	۱۴-۱-۲ ذخیره مدل و پایان شبیه‌سازی
۱۶۰	۲-۲ اطلاعات بیشتر در مورد مؤلفه‌های تنش
۱۶۰	۱-۲-۲ مقدمه
۱۶۲	۲-۲-۲ شروع شبیه‌سازی و ایجاد یک New Part
۱۶۴	۳-۲-۲ اضافه کردن بار عرضی
۱۶۶	۴-۲-۲ متحرک‌سازی تغییر شکل
۱۶۹	۵-۲-۲ ایجاد مقطع نمایش
۱۷۲	۶-۲-۲ مؤلفه‌های تنش در صفحات A و B
۱۷۴	۷-۲-۲ توزیع σ_x در طول لبه افقی و عمودی
۱۷۹	۸-۲-۲ توزیع تنش τ_{xy} بر روی لبه عمودی
۱۸۱	۳-۲ تنش‌ها در یک تیر C
۱۸۱	۱-۳-۲ مقدمه
۱۸۳	۲-۳-۲ شروع شبیه‌سازی و ایجاد یک New Part

۱۸۳.....	۲-۳-۳- ایجاد طرح (Sketch)
۱۸۵.....	۲-۳-۴- ایجاد یک صفحه جدید
۱۸۶.....	۲-۳-۵- ایجاد طرح برای پروفیل
۱۸۷.....	۲-۳-۶- ایجاد مدل سه بعدی با دستور Sweep
۱۸۹.....	۲-۳-۷- ایجاد یک گوشواره
۱۹۱.....	۲-۳-۸- ایجاد فیلت در میله
۱۹۲.....	۲-۳-۹- مشابه سازی طراحی
۱۹۳.....	۲-۳-۱۰- ایجاد حس گر (Sensor) در محل A
۱۹۵.....	۲-۳-۱۱- ایجاد حس گر (Sensor) در محل B
۲۰۰.....	۲-۳-۱۲- ایجاد مطالعه استاتیک پایدار و راه اندازی سیستم واحد
۲۰۱.....	۲-۳-۱۳- ایجاد مش بندی
۲۰۴.....	۲-۳-۱۴- تعیین شرایط مرزی و حل مدل
۲۰۷.....	۲-۳-۱۵- تنش در محل
۲۰۸.....	۲-۳-۱۶- تنش در محل
۲۱۱.....	فصل ۳: جابجایی
۲۱۳.....	۳-۱-۱- جابجایی تیر
۲۱۳.....	۳-۱-۱-۱- راه اندازی نرم افزار
۲۱۳.....	۳-۱-۲- مشاهده جابجایی برای نمونه Elongation
۲۱۸.....	۳-۱-۳- مشاهده جابجایی برای نمونه Bending and Elongation
۲۲۰.....	۳-۱-۴- مشاهده جابجایی ux برای نمونه Bending and Elongation
۲۲۲.....	۳-۱-۵- مشاهده جابجایی uy برای نمونه Bending and Elongation
۲۲۵.....	۳-۲-۱- جابجایی در تیر C شکل
۲۲۵.....	۳-۲-۱-۱- راه اندازی نرم افزار
۲۲۵.....	۳-۲-۲- مشاهده شکل تغییر شکل یافته
۲۲۸.....	۳-۲-۳- جابجایی در نقطه A

۲۳۱ ۴-۲-۳- جابجایی در نقطه B

۲۳۵ فصل ۴: کرنش

۲۳۶ ۱-۴- کرنش در تیر

۲۳۶ ۱-۱-۴- معرفی

۲۴۱ ۲-۱-۴- راه اندازی نرم افزار

۲۴۱ ۳-۱-۴- کرنش های نمونه Elongation

۲۴۶ ۴-۱-۴- مشاهده کرنش برای نمونه Bending and Elongation

۲۴۹ ۱-۴- محاسبه کرنش ها از جابجایی

۲۵۴ ۴- کرنش در تیر C شکل

۲۵۴ ۲-۲-۴- راه اندازی نرم افزار

۲۵۵ ۲-۲-۴- مشاهده شکل منبسط شده

۲۵۷ ۳-۲-۴- کرنش در نقطه A

۲۶۲ ۴-۲-۴- جابجایی در نقطه B

۲۶۷ فصل ۵: روابط تنش و کرنش

۲۶۹ ۱-۵- پواسون

۲۶۹ ۱-۱-۵- معرفی

۲۷۰ ۲-۱-۵- راه اندازی نرم افزار

۲۷۰ ۳-۱-۵- ایجاد مکعب $10 \times 10 \times 10$ میلی متر مکعب

۲۷۱ ۴-۱-۵- ایجاد یک مطالعه استاتیکی و اختصاص دادن مواد

۲۷۵ ۵-۱-۵- برقراری شرایط مرزی و انجام شبیه سازی

۲۷۹ ۶-۱-۵- نمایش چگونگی تغییر شکل

۲۸۳ ۷-۱-۵- محاسبه نسبت پواسون

۲۸۵ ۲-۵- مدول یانگ و مدول برشی

۲۸۵ ۱-۲-۵- معرفی

۲۸۶..... ۲-۲-۵ - راه‌اندازی نرم/افزار

۲۸۷..... ۳-۲-۵ - مدول یانگ

۲۹۴..... ۴-۲-۵ - مدول برشی

۳۰۵..... ۳-۵ - قانون هوک

۳۰۵..... ۱-۳-۵ - معرفی

۳۰۸..... ۲-۳-۵ - تائید قانون هوک (تیر یکسر گیردار)

۳۱۱..... ۳-۳-۵ - اعتبار سنجی قانون هوک در میله C شکل

۳۱۵..... فصل ۶: بارگذاری محوری

۳۱۷..... ۱-۱-۱ - مرکز تنش

۳۱۷..... ۱-۱-۶ - فی

۳۱۸..... ۱-۱-۶ - راه‌اندازی نرم/افزار جهت شبیه‌سازی

۳۱۹..... ۱-۳-۶ - مدل مناسی

۳۲۱..... ۱-۴-۶ - ایجاد بدنه، سازه استاتیکی و اعمال مواد

۳۲۲..... ۱-۵-۶ - اعمال شرایط مرزی

۳۲۶..... ۱-۶-۶ - ایجاد مش

۳۳۱..... ۱-۷-۶ - به دست آوردن تنش و محاسبه تئور تمرکز تنش

۳۳۴..... ۱-۸-۶ - تغییر شعاعی فیلتهای و تحلیل دوباره مدل

۳۳۷..... ۱-۹-۶ - تکرار مراحل فوق با افزایش شعاع

۳۴۱..... ۲-۶ - قوانین ساینه و نانت

۳۴۱..... ۱-۲-۶ - معرفی

۳۴۳..... ۲-۲-۶ - راه‌اندازی نرم/افزار

۳۴۵..... ۳-۲-۶ - استفاده از قیود حمایتی

۳۵۴..... ۴-۲-۶ - استفاده از بار نقطه‌ای

۳۶۰..... ۵-۲-۶ - استفاده از گوشه‌های تیز

۳۶۶..... ۳-۶ - اثر دمایی (TEMPERATURE EFFECT)

۳۶۶	۱-۳-۶ معرفی.....
۳۶۷	۲-۳-۶ راه‌اندازی نرم‌افزار.....
۳۶۹	۳-۳-۶ انبساط آزاد.....
۳۷۴	۴-۳-۶ تمرکز بدنه در جهت X.....
۳۷۷	۵-۳-۶ پایین‌ترین دما.....
۳۸۱	فصل ۷: پیچش.....
۳۸۳	۱-۷-۱ پیچش در شفت‌هایی با سطح مقطع دایره (میله‌ها).....
۳۸۳	۱-۷-۱ مقدمه.....
۳۸۴	۱-۷-۱ راه‌اندازی و شروع.....
۳۸۵	۱-۷-۱ ایجاد یک مدل هندسی.....
۳۸۶	۱-۷-۴ ایجاد یک مدل تحلیلی و اختصاص دادن جنس به مدل.....
۳۸۷	۱-۷-۵ تعیین کردن بارهای عمالی و مشخص نمودن تکیه‌گاه‌ها.....
۳۹۳	۱-۷-۶ محاسبات و حل مسئله.....
۳۹۵	۱-۷-۷ به دست آوردن تنش‌های نرم در راستای قطر میله.....
۳۹۷	۱-۷-۸ وضعیت تنش در قسمت‌های مختلف بر روی سطح استوانه.....
۳۹۹	۱-۷-۹ به دست آوردن زاویه پیچش.....
۴۰۲	۲-۷-۲ تنش‌ها در سیستم مختصات استوانه‌ای.....
۴۰۲	۲-۷-۱ مقدمه.....
۴۰۵	۲-۷-۲ شروع شبیه‌سازی.....
۴۰۶	۲-۷-۳ ایجاد محور.....
۴۰۷	۲-۷-۴ به دست آوردن تنش‌های برشی.....
۴۱۲	۲-۷-۵ به دست آوردن جابجایی مماسی.....
۴۱۵	۳-۷-۳ شفت نامعین در حالت استاتیکی.....
۴۱۵	۳-۷-۱ مقدمه.....
۴۱۷	۲-۷-۲ راه‌اندازی و شروع.....

۴۱۸.....ایجاد یک مدل هندسی ۳-۳-۷

۴۲۳.....ایجاد یک مدل تحلیل و اختصاص دادن جنس به مدل ۴-۳-۷

۴۲۶.....درست کردن وضعیت تکیه‌گاه‌ها و بارهای اعمالی ۵-۳-۷

۴۲۹.....مش زدن (مش بندی) ۶-۳-۷

۴۳۲.....به دست آوردن ماکزیم تنش‌های برشی ۷-۳-۷

۴۳۴.....به دست آوردن زاویه پیچش ۸-۳-۷

۴۳۷.....پیوست

۴۳۸.....فهرست علائم

۴۴۱.....حاشیه پوشش داده شده در جلد دوم

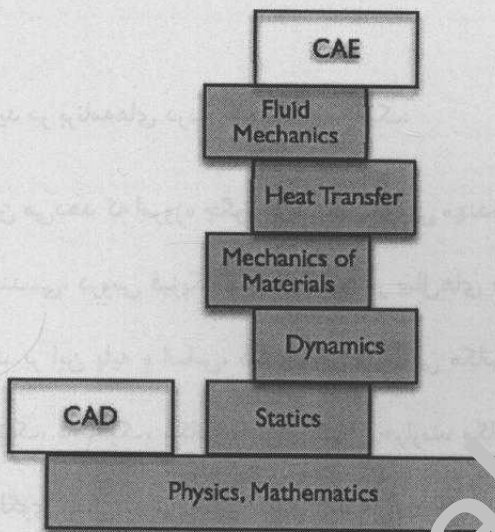
۴۴۷.....دیگر آثار منتشر شده مولفان مرتبط با موضوع کتاب

یک تفکر جدید در برنامه‌های درسی مهندسی مکانیک:

شکل اول نشان می‌دهد که امروزه چگونه برنامه‌های درسی مهندسی مکانیک اجرا شده است. دانشجویان مهندسی، دروس فیزیک و ریاضیات را در سال‌های دبیرستان و سال اول دانشگاه یاد می‌گیرند. بر این پایه و اساس، دانشجویان مهندسی مکانیک بیشتر به مطالعه دوره‌هایی مثل استاتیک، دینامیک، مکانیک مواد، انتقال حرارت، مکانیک سیالات و غیره می‌پردازند و هر روزه الگوی ذهنی تمامی اساتید دانشگاه نیز از آنچه خود به یاد دارند همین‌طور است. این‌جانب نیز همین "سو که بیش از ۳۰ سال از فراغت از تحصیل گذشته است مواجه بوده‌ام و حتی جالب اینکه همان‌طور که در شکل نشان داده شده است محتویات کتاب‌های درسی نیز در اصل یکسان باقی مانده است و تنها در پاره‌ای از موارد مانند CAD و CAE دچار "بهبود" شده است.

بنابراین، مشکلات این الگوی معمولی برنامه‌های درسی مهندسی مکانیک چیست؟!

اول اینکه برنامه‌های درسی متعارف برای آموزش مفاهیم مهندسی مکانیک، بیش از حد متکی به ریاضیات است. بسیاری از دانشجویان در تفکر مهندسی خوب ما در تفکر ریاضی خوب نیستند. برای این دانشجویان، به‌ویژه در سال‌های تدریس خود، ریاضیات یک ابزار ناکارآمد بوده است (برخی می‌گویند یک کابوس).



شکل ۱

درواقع به عنوان یک موضوع مهم به عنوان یک ابزار یادگیری در مفاهیم و ایده های مهندسی، تعداد کمی از دانشجویان از ریاضیات لذت می برند و از آن بهره می برند. امروزه نرم افزارهای CAE به نقطه ای از بلوغ رسیده اند که می توان از آن ها به عنوان یک ابزار برای یادگیری مفاهیم و ایده های مهندسی استفاده کرد و حتی برای آموزش، تعریف و اثبات تمامی فرمول ها. اغلب، ریاضیات تنها راه برای نشان دادن مفاهیم مهندسی و توضیح فرمول ها و روابط است اما استفاده از گرافیک مبتنی بر ابزار CAE یک راه بهتر است و امکان کاهش وابستگی به ریاضیات توسط این روش تا حد قابل توجهی وجود دارد.

دوم اینکه همان طور که در شکل نشان داده شده است، CAD معمولاً به عنوان یک موضوع مستقل در نظر گرفته شده است و از آن به عنوان بخشی از پایه و اساس برای دوره های مهندسی مکانیک استفاده نمی شود و مورد تدریس در دانشگاه ها نیست. فن های مدل سازی

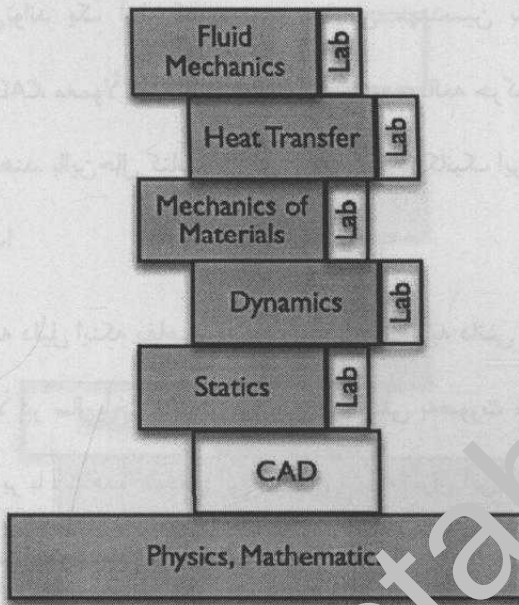
سه‌بعدی (3D) می‌تواند یک ابزار قدرتمند در دستان مهندسين باشد. به‌عنوان مثال، نرم‌افزارهای مدرن CAD، معمولاً اجازه ایجاد یک مکانیسم و مطالعه حرکت قطعات را قبل از ساخت به شما می‌دهند. با این حال کتاب‌های درسی مهندسی مکانیک این مزایای بسیار زیاد را روشن نکرده است!

سوم اینکه، به دلیل اینکه مفاهیم کتب درسی CAE نیاز به دانش پس‌زمینه مهندسی مکانیک دارد معمولاً در سال آخر و یا در بدو فارغ‌التحصیلی به‌صورت محدود آموزش داده می‌شود. به دلیل زیر با مشاهده طولانی این موضوع نتیجه‌گیری این جانب بر این است که CAE باید در اوایل سال سوم آه‌بخش داده شود:

(الف) اگر شروع یادگیری CAE برای یک دانشجو در ابتدای سال سوم باشد، او در سال‌های آتی، در این مهارت مزه مهندسی بسیار توانمند خواهد شد.

(ب) پس از دانستن اینکه در چه حیطه و نحوه CAE می‌توانید او را در حل مسائل کمک کند، یک دانشجو با آگاهی بیشتر و دارای اعتمادبه‌نفس بیشتری در مورد تمرکز یادگیری دوره‌های مهندسی مکانیک خواهد بود.

(ج) همان‌طور که قبلاً ذکر شد، از CAE می‌توان به‌عنوان یک ابزار ارزشی درست مثل ریاضیات، برای افراد متعاقب آن استفاده کرد. این موضوع تا حد زیادی شما را در یادگیری دوره‌های مهندسی مکانیک کمک خواهد کرد.



شکل ۲

شکل ۲ ایده‌ی پیشنهادی من در رنامه‌های درسی مهندسی مکانیک است که این کتاب بر اساس این ایده توسعه‌یافته است. دانشجویان مهندسی باید ابزارهای CAD را در سال‌های تحصیل فراگیرند. به‌عنوان مثال، در میان بسیاری از ابزارهای CAD، نرم‌افزار SolidWorks در بسیاری از دانشگاه‌ها دارای محبوبیت است. به‌طوری‌که می‌توانست از نرم‌افزار SolidWorks به‌عنوان "آزمایشگاه مجازی" برای دوره‌های متعلق به مهندسی مکانیک، مثل استاتیک، دینامیک، مکانیک مواد، انتقال حرارت، مکانیک سیالات و غیره با ایده‌های ساده بهره‌برد و از مزایای آن بهره‌برداری کرد، اما شرح نیازهای پیاده‌سازی و بسط آن باید طرح‌ریزی شود.

اول، یکسری از کتب کاری آزمایشگاه به‌خوبی طراحی شده است که کلیدی برای موفقیت این ایده هستند. این کتب آزمایشگاه مبتنی بر نرم‌افزار باید مطالب خود را با کتاب‌های درسی معاصر منطبق کنند.

دوم، یک پلتفرم به‌عنوان آزمایشگاه مجازی برای نرم‌افزار CAE باید انتخاب شود. به دلایل زیر ما نرم‌افزار SolidWorks Simulation را به‌عنوان پلتفرم این کتاب انتخاب کرده‌ایم:

(الف) همان‌طور که گفته شد، نرم‌افزار SolidWorks در بسیاری از دانشگاه‌ها دارای محبوبیت است و دانشجویان با این نرم‌افزار آشنا هستند.

(ب) شبیه‌سازی بخش لاینفک از نرم‌افزار SolidWorks و گسترش نرم‌افزار SolidWorks است.

(ج) صدور مجوز شبیه‌سازی نرم‌افزار SolidWorks در خود بسته نرم‌افزاری گنجانده شده است.

(د) در مقایسه با نرم‌افزارهای CAE دیگر، ابررعاي سازی بسیار کاربرپسند تر است.

(ه) درنهایت و پس از تحقیقات کامل، این‌جانب به این نتیجه رسیدم که نرم‌افزار SolidWorks Simulation دارای قابلیت برای اجرای همه ایده‌های من خواهد بود.